

Polymer-gel-coated conductor

Publication number: DE3910314 (A1)

Publication date: 1989-11-02

Inventor(s): TAMIDA YOSHINORI [JP]; YUASA SATOSHI [JP];
SAKURANAGA MASANORI [JP] +

Applicant(s): CANON KK [JP] +

Classification:




- **international:** *C08L65/00; H01B5/00; H01M10/40; H01M4/02; H01M4/04; H01M4/38; H01M4/60; H01M4/86; C08L65/00; H01B5/00; H01M10/36; H01M4/02; H01M4/04; H01M4/36; H01M4/38; H01M4/86; (IPC1-7): C25B1/00; C25B11/00*

- **European:** H01M4/02; H01M4/60; H01M4/86; C08L65/00; Y02E60/12B; Y02E60/50





Application number: DE19893910314 19890330

Priority number(s): JP19890062236 19890316; JP19880076225 19880331;
JP19880084072 19880407

Also published as:

 DE3910314 (C2)
 GB2217333 (A)
 JP2030071 (A)

Cited documents:

 DE3510036 (A1)
 DE3508266 (A1)
 US4731311 (A)
 EP0145843 (A2)

Abstract of DE 3910314 (A1)

A polymer-gel-coated conductor comprises a conductor member coated with a cross-linked polymer in a gel state, wherein a oxidative product or a reduction product of an organic or inorganic matter is precipitated on the surface of the conductor member or in the region of the polymer in gel state near the surface of the conductor member. The presence of an electrolyte throughout the polymer gel is preferred. The organic oxidative or reduction products can be polyaniline, polypyrrole, polythiophene or polyindole and the inorganic ones can be zinc, copper, mercury, iron, nickel or cadmium. The polymer-gel-coated conductors can be used as electrodes in an electric cell.

.....
Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 39 10 314.5
㉔ Anmeldetag: 30. 3. 89
㉕ Offenlegungstag: 2. 11. 89

⑤1 Int. Cl. 4:
C25B 11/00
C 25 B 1/00
// C25B 3/00,
C08L 33/26,33/08,
33/10,29/04,5/12,
89/00,79/02,79/04,
81/00,C09D 3/80,
3/74,3/10,3/02,7/12

DE 3910314 A1



③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
31.03.88 JP P 76225/88 07.04.88 JP P 84072/88
16.03.89 JP P 62235/89

⑦1 Anmelder:
Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

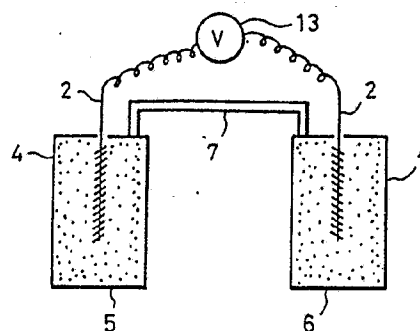
⑦4 Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Winter, K., Dipl.-Ing.; Roth,
R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:
Tamida, Yoshinori, Atsugi, Kanagawa, JP; Yuasa,
Satoshi, Yokohama, Kanagawa, JP; Sakuranaga,
Masanori, Atsugi, Kanagawa, JP

⑤4 Mit Polymer-Gel beschichteter Stromleiter, Verfahren zu seiner Herstellung und elektrolytische Zelle, die davon Gebrauch macht

Ein mit Polymer-Gel beschichteter Stromleiter weist ein Stromleiterteil (2) auf, das mit einem vernetzten, in einem Gelzustand befindlichen Polymer (4), das einen Elektrolyten enthält, beschichtet ist. Auf der Oberfläche des Stromleiterteils oder in dem der Oberfläche des Stromleiterteils nahen Bereich des im Gelzustand befindlichen Polymers ist ein Oxidationsprodukt oder ein Reduktionsprodukt einer organischen Substanz oder einer anorganischen Substanz abgeschieden bzw. ausgefällt worden. Ferner sind ein Verfahren zur Herstellung des mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiters und eine elektrolytische Zelle, bei der wenigstens eine Elektrode eines Elektrodenpaares (5, 6) aus dem mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiter hergestellt ist, offenbart.

FIG. 7



DE 3910314 A1

Die Erfindung bezieht sich auf einen mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiter, der für die Anwendung als funktionelle Elektrode oder als funktionelles Material geeignet ist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung des mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiters sowie eine elektrolytische bzw. elektrische Zelle, die von dem mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiter Gebrauch macht.

Die Eigenschaften einer Elektrode, insbesondere einer Elektrode, die in einer Flüssigkeit angewendet wird, werden durch den Zustand der Oberfläche eines stromleitenden Materials, aus dem die Elektrode hergestellt ist, in bedeutendem Maße beeinflusst.

Es ist deshalb versucht worden, die Eigenschaften einer Elektrode durch Modifizieren der Beschaffenheit der Elektrodenoberfläche zu verbessern. Es ist beispielsweise eine übliche Maßnahme, eine Platinelektrode zu verwenden, deren Oberfläche modifiziert worden ist, um Platinschwarz zu erzeugen. Durch ein solches Modifizieren der Oberfläche wird die wahre spezifische Oberfläche vergrößert, so daß die Adsorption einer Substanz an der Oberfläche gefördert bzw. beschleunigt und auf diese Weise die Reaktion der Elektrode glatt bzw. gleichmäßig gemacht wird.

Ein metallisches Material kann im allgemeinen unter der Voraussetzung, daß sein Salz an einer geeigneten Grenzfläche reduziert wird, derart gebildet werden, daß es eine große spezifische Oberfläche hat. Beispielsweise wird eine als "Silberdendrit" bekannte Struktur gebildet, wenn ein Kupferstück in eine starke wäßrige Lösung eines Silbersalzes eingetaucht wird. Diese dendritische Struktur liefert wegen ihrer äußeren Erscheinung bzw. Gestalt eine größere spezifische Oberfläche, und es wird infolgedessen angenommen, daß sie für die Verwendung als Elektrode, als Adsorptionsmittel oder als Oberflächenkatalysator geeignet ist. Die voluminöse dendritische Struktur ist jedoch im allgemeinen schwierig zu behandeln bzw. zu handhaben, weil die voluminöse dendritische Struktur eine mangelhafte mechanische Festigkeit zeigt. Aus diesen Gründen ist es eine übliche Maßnahme gewesen, einen Oberflächenzustand zu wählen, der einen Kompromiß zwischen zwei unvereinbaren Forderungen darstellt, d.h., zwischen der Forderung nach einer größeren spezifischen Oberfläche und der Forderung nach einer höheren mechanischen Festigkeit. Auch im Falle anderer anorganischer Materialien stößt man auf ein ähnliches Problem.

Andererseits sind leitende polymere organische Materialien bekannt, die einen hohen Wirkungsgrad der Adsorption und der Entladung bzw. des Entlassens von Ionen, d.h., einen hohen Wirkungsgrad des Prozesses der Dotierung und der Entdotierung bzw. des Dotierungsfreimachens zeigen, wenn sie einer Redoxreaktion unterzogen werden, d.h., wenn sie reduziert und oxidiert werden. Das Problem der Unvereinbarkeit der gewünschten Oberflächenstruktur und der gewünschten mechanischen Festigkeit ist auch bei dieser Materialart schwerwiegend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Stromleiter zur Verfügung zu stellen, der für die Anwendung als funktionelle Elektrode oder als funktionelles Material geeignet ist und eine große spezifische Oberfläche mit hoher mechanischer Festigkeit hat.

Diese Aufgabe wird durch einen mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiter gelöst, der ein Stromleiterteil aufweist, das mit einem vernetzten, in einem Gelzustand

befindlichen Polymer beschichtet ist, wobei auf der Oberfläche des Stromleiterteils oder in dem der Oberfläche des Stromleiterteils nahen Bereich des im Gelzustand befindlichen Polymers ein Oxidationsprodukt oder ein Reduktionsprodukt einer organischen Substanz oder einer anorganischen Substanz abgeschieden bzw. ausgefällt worden ist.

Eine besondere Ausgestaltung der Erfindung besteht in einem Verfahren zur Herstellung eines mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiters mit den folgenden Schritten: Beschichten eines Stromleiterteils mit einem vernetzten, im Gelzustand befindlichen Polymer und Oxidieren oder Reduzieren einer organischen Substanz oder einer anorganischen Substanz unter Anwendung des Stromleiterteils als Anode, als Kathode oder als Katalysator, wodurch bewirkt wird, daß das Oxidationsprodukt oder das Reduktionsprodukt auf der Oberfläche des Stromleiterteils und/oder in dem Bereich des Polymers, der sich in der Nähe der Oberfläche des Stromleiterteils befindet, abgeschieden bzw. ausgefällt wird.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht in einer elektrolytischen bzw. elektrischen Polymer-Zelle, bei der wenigstens eine der Elektroden durch einen mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiter gebildet wird.

Die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 bis 3 und Fig. 4 bis 6 sind Zeichnungen, die zur Veranschaulichung erfindungsgemäßer Verfahren zur Herstellung von erfindungsgemäßen mit Polymer-Gel beschichteten Stromleitern dienen.

Fig. 7, 8 und 9 sind schematische Zeichnungen von elektrolytischen Zellen, in die jeweils wenigstens ein erfindungsgemäßer Stromleiter eingebaut ist.

Im Rahmen der Erfindung wird als Polymer zum Beschichten eines Stromleiters ein vernetztes, in einem Gelzustand befindliches Polymer verwendet. Unter dem in den Ansprüchen und in der Beschreibung angewandten Ausdruck "Gel" ist der Zustand eines Polymers mit räumlich vernetzter Struktur, das beim Absorbieren einer Flüssigkeit, die dazu befähigt ist, das Polymer zum Quellen zu bringen, gequollen ist, zu verstehen. Vom mikroskopischen Standpunkt aus ist der "Gel"zustand einem Zustand gleichwertig, in dem das Polymer in der vorstehend erwähnten Flüssigkeit gelöst worden ist. Folglich können sich die Lösungsmittelmoleküle in der Flüssigkeit und die sehr kleinen Moleküle des Gelösten frei durch das "Gel" bewegen. Vom makroskopischen Standpunkt aus zeigt der "Gel"zustand jedoch kein Fließvermögen, was auf die räumlich vernetzte Struktur des Polymers zurückzuführen ist. Unter dem Ausdruck "Vernetzung" ist ein Zustand zu verstehen, in dem ein örtlicher Bereich bzw. Anteil einer Polymerkette eine chemische oder eine physikalische Bindung an ein anderes Polymer zeigt.

Im Rahmen der Erfindung wird der beschichtete Stromleiter als Anode, als Kathode oder als Katalysator behandelt, so daß die organische oder anorganische Substanz, die in dem Polymer-Gel enthalten ist, oxidiert oder reduziert wird und das Oxidationsprodukt oder Reduktionsprodukt in dem Bereich des Polymer-Gels, der sich auf dem Stromleiter oder in dessen Nähe befindet, zum Abscheiden bzw. Ausfällen gebracht wird. Das Polymer, das im Rahmen der Erfindung verwendet wird, enthält vorzugsweise einen Elektrolyten. Das vorstehend erwähnte Oxidationsprodukt oder Reduktionsprodukt kann erzeugt werden, indem von dem Elektrolyten

Gebrauch gemacht wird.

Das Stromleitermaterial, das im Rahmen der Erfindung eingesetzt werden kann, ist vorzugsweise, jedoch nicht ausschließlich, Platin, Zink oder Kupfer.

Das vernetzte Polymer, das im Rahmen der Erfindung geeigneterweise verwendet wird, ist ein Material, das als seinen Hauptbestandteil ein synthetisches Polymer wie z.B. Polyacrylamid, Polyacrylat, Polymethacrylat, Polymethacrylamid, Polyvinylpyrrolidon oder Polyvinylalkohol enthält. Als vernetztes Polymer kann im Rahmen der Erfindung auch irgendein vernetztes Polymer verwendet werden, das einen Gelzustand wie einen Agar- oder Gelatinezustand zeigt. Als Elektrolyt, der in dem Polymer enthalten ist, kann irgendeine Elektrolytart verwendet werden, die in dem Lösungsmittel ionisiert werden kann. Die zu oxidierende oder zu reduzierende organische oder anorganische Substanz wird gemäß dem Reaktionsprodukt gewählt, das erhalten werden soll. Polyanilin kann beispielsweise durch anodische Oxidation einer wäßrigen Lösung von Anilinsulfonsäure abgeschieden bzw. ausgefällt werden. Zink kann abgeschieden bzw. ausgefällt werden, indem eine wäßrige Lösung von Zinksulfat einer kathodischen Reduktion unterzogen wird.

In dem Polymer können verschiedene andere Reaktionsprodukte abgeschieden bzw. ausgefällt werden. Organische Reaktionsprodukte wie z.B. Polypyrrol, Polythiophen und Polyindol können beispielsweise erhalten werden, indem verschiedene organische Monomere verwendet werden, die in einer geeigneten Elektrolytlösung wie z.B. in einer 0,1 m Lösung von Bu_4NClO_4 in Acetonitril oder in einer Elektrolytlösung verschiedener Sulfate, Nitrate und Chloride gelöst sind. Produkte wie z.B. Fe, Ni und Cd sind durch eine Reduktionsreaktion erhältlich. In dem Polymer können folglich verschiedene Oxidations- oder Reduktionsprodukte abgeschieden bzw. ausgefällt werden.

Aus der auf diese Weise behandelten Elektrode wird eine mit Polymer-Gel beschichtete Elektrode, bei der auf der Oberfläche des Stromleiters oder der Nähe dieser Oberfläche ein Oxidationsprodukt oder Reduktionsprodukt abgeschieden bzw. ausgefällt worden ist, das in einem hohen, durch andere Verfahren niemals erzielbaren Grade voluminös ist. Die Grundlage oder der Mechanismus der Erzeugung einer solchen voluminösen Struktur ist noch nicht klar geworden, jedoch wird angenommen, daß die Bildung der voluminösen Struktur eng mit dem Vorhandensein der gequollenen räumlich vernetzten Struktur des Polymers verbunden ist, die im Verlauf der Oxidation oder Reduktion in dem Polymer-Gel, das sich auf dem Stromleiter befindet, die Diffusion der reagierenden Substanzen und des Reaktionsprodukts sowie die Konvektion der Flüssigkeit einschränkt.

Das Polymer-Gel beeinflusst nicht nur die Beschaffenheit des Oxidations- oder Reduktionsprodukts, sondern dient nach der Erzeugung des Produkts auch zum Befestigen bzw. Festhalten des Produkts auf der Stromleiteroberfläche und/oder in dem Bereich, der sich in der Nähe der Stromleiteroberfläche befindet. Das Polymer-Gel versteift bzw. verstärkt folglich die voluminöse Struktur, die im allgemeinen brüchig bzw. zerbrechlich ist, und verhindert auf diese Weise ein Zerbrechen des voluminösen Produkts, wodurch das Produkt stabilisiert wird.

Anorganische Materialien wie z.B. Metalle und Halbleiter sowie organische Leiter, die als aktive Oberflächenkatalysatoren dienen, sind bekannt. Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, einen mit Polymer-Gel be-

schichteten Stromleiter zu erhalten, der eine große spezifische Oberfläche hat, d.h., eine hohe katalytische Wirkung zeigt.

Der mit Polymer-Gel beschichtete Stromleiter kann als Elektrode mit modifizierter Oberfläche, die eine große spezifische Oberfläche hat, in weitem Umfang auf dem Gebiet der elektrochemischen Industrie verwendet werden.

Es sind auch Polymer-Gele bekannt, die ihre physikalischen Eigenschaften wie z.B. den Quellungsgrad und die Härte in Übereinstimmung mit Änderungen der Beschaffenheit der Flüssigkeit wie z.B. Änderungen ihres pH-Wertes und ihrer Zusammensetzung verändern. Wenn der erfindungsgemäße beschichtete Stromleiter mit einem solchen Polymer-Gel beschichtet ist, ändern sich die physikalischen Eigenschaften wie z.B. der Quellungsgrad und die Härte nach der katalytischen Reaktion oder der elektrochemischen Reaktion ohne Verzögerung.

Durch die Erfindung wird auch eine elektrolytische Zelle bereitgestellt. Die erfindungsgemäße elektrolytische Zelle hat eine Elektrode, die gebildet wird, indem ein Stromleiter, der z.B. aus Platin, Zink oder Kupfer hergestellt ist, mit einem vernetzten Polymer-Gel beschichtet wird und der mit dem Polymer beschichtete Stromleiter einer anodischen oder kathodischen Behandlung unterzogen wird, um zu bewirken, daß auf der Oberfläche des Stromleiters oder in dem der Stromleiteroberfläche nahen Bereich des Polymers ein Oxidationsprodukt oder ein Reduktionsprodukt abgeschieden bzw. ausgefällt wird. Diese mit Polymer-Gel beschichtete Elektrode, die als eine erste Elektrode dient, ist mittels einer Salz- bzw. Elektrolytbrücke, einer Ionenaustauscherharzfolie oder einer Elektrolytlösung mit einer geeigneten anderen Elektrode, die als zweite Elektrode dient, elektrisch leitend verbunden und bildet auf diese Weise eine erfindungsgemäße Polymer-Zelle.

Bei der erfindungsgemäßen elektrolytischen Zelle können die erste Elektrode und die zweite Elektrode mit Polymer-Gel beschichtete erfindungsgemäße Elektroden sein. Eine elektrolytische Zelle ohne Potentialdifferenz wird erhalten, indem ein Paar Elektroden, die einander äquivalent sind, verwendet wird.

Umgekehrt können beide mit Polymer-Gel beschichteten Elektroden, die durch dasselbe Verfahren hergestellt werden, verschiedene Potentiale haben, wenn die Zusammensetzung der Flüssigkeit, die in dem Polymer-Gel von einer der Elektroden enthalten ist, z.B. die Art oder die Dichte des in diesem Polymer-Gel gelösten Elektrolyten, von der Zusammensetzung der Flüssigkeit, die in dem Polymer-Gel der anderen Elektrode enthalten ist, verschieden gemacht wird oder wenn eine der Elektroden zur Änderung des Oxidationszustandes einem Vorgang wie z.B. einer elektrochemischen Reduktion oder Oxidation unterzogen wird. Zwei mit Polymer-Gel beschichtete Elektroden, die durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellt werden, können selbstverständlich verschiedene Potentiale haben, wenn sie Oxidations- oder Reduktionsprodukte von verschiedenen Arten organischer oder anorganischer Substanzen enthalten.

Zwischen den auf diese Weise hergestellten mit Polymer-Gel beschichteten Elektroden entwickelt sich eine Potentialdifferenz, wenn sie durch eine Salz- bzw. Elektrolytbrücke, eine Ionenaustauscherharzfolie oder eine Elektrolytlösung miteinander verbunden sind.

Wenn in der Beschichtung aus vernetztem Polymer-Gel, die im Rahmen der Erfindung verwendet wird, ein

Elektrolyt vorhanden ist, hält die elektrodenaktive Substanz, z. B. das leitende organische Polymer, nicht nur den Elektrolyten fest, sondern liefert auch einen Elektrolytträger, der zwar elektrolytreich ist, jedoch kein beträchtliches Fließvermögen zeigt.

Ferner geht die Elektrodenreaktion über den gesamten Bereich der Elektrode gleichmäßig vonstatten, weil der Elektrolyt in dem Gel sowie in der Grenzfläche zwischen dem Gel und der Elektrode gleichmäßig vorhanden ist. Das Polymer-Gel kann wirksam elektrochemisch arbeiten, weil auch das Oxidationsprodukt oder Reduktionsprodukt gleichmäßig — und in einigen Fällen kontinuierlich — auf der Stromleiteroberfläche oder in dem der Stromleiteroberfläche nahen Bereich des Gels vorhanden ist. Die erfindungsgemäße elektrolytische Zelle kann gebildet werden, indem ein Paar auf diese Weise gebildete mit Polymer-Gel beschichtete Elektroden beispielsweise durch eine Salz- bzw. Elektrolytbrücke, eine Ionenaustauscherharzfolie oder eine Elektrolytlösung elektrisch leitend verbunden werden. Das aus einem vernetzten Polymer bestehende Polymer-Gel kann derart wirken, daß sich seine Eigenschaften wie z.B. der Quellungsgrad und die Härte in Abhängigkeit von einem äußeren Signal wie z.B. der Wärme oder der Salzdichte ändern.

Beispiele der Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die Zeichnungen zeigen: eine Form 1, die beispielsweise aus einem Glas hergestellt ist; einen Stromleiter bzw. ein Stromleiterteil 2, das beispielsweise aus Platin hergestellt ist; einen Schlitz 3; ein Polymer 4 in Form eines Gels; eine Platinelektrode 5, die mit einem Gel beschichtet ist, das einen Niederschlag aus reduziertem Polyanilin enthält; eine Platinelektrode 6, die mit einem Gel beschichtet ist, das einen Niederschlag aus Polyanilin nach anodischer Oxidation enthält; eine Salz- bzw. Elektrolytbrücke 7; eine wäßrige Zinksulfatlösung 8; ein Zinkblech 9; ein Zinkblech 11, das mit einem Gel, das einen Zinkniederschlag enthält, beschichtet ist; ein Kupferblech 12, das mit einem Gel, das einen Kupferniederschlag enthält, beschichtet ist; und ein Potentiometer 13.

Beispiel 1

Eine Form 1, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist, wurde gebildet, indem eine Glasplatte (Objekträgerglas; Micro Slide Glass S-1111, hergestellt von Matsunami Glass Ind., Ltd.) mit einer Dicke von 0,8 mm bis 10 mm in Stücke mit geeigneten Größen geschnitten wurde und diese Stücke mit einem Cyanoacrylat-Klebstoff (Aron Alpha (eingetragenes Warenzeichen), hergestellt von Toa Gosei Chemical Industry) verklebt wurden. Ein 10 mm breites, 40 mm langes und 0,02 mm dickes Platinblech 2 (hergestellt von Tanaka Kikinzoku Kogyo Kabushiki Kaisha) wurde derart in einen (1 mm breiten und 12 mm langen) Schlitz 3 der Form 1 eingefügt, daß sich der untere Rand des Platinbleches 2 in einer Höhe von 1 mm bis 2 mm oberhalb des Bodens der Form 1 befand. Eine Flüssigkeit A wurde hergestellt, indem in 9 ml Wasser 0,5 g N-Isopropylacrylamid, 7,5 mg Natriumacrylat und 13,3 mg N,N'-Methylenbisacrylamid gelöst wurden, durch die wäßrige Lösung in ausreichendem Maße Stickstoff hindurchperlen gelassen wurde und 6 µl N,N,N',N'-Tetramethylethylendiamin zugesetzt wurden. Andererseits wurde durch Auflösen von 1 mg Ammoniumpersulfat in 1 ml Wasser eine Flüssigkeit B hergestellt. Die Flüssigkeiten A und B wurden miteinander vermischt, und unmittelbar nach dem Vermischen wur-

de die erhaltene Mischung mit einer Spritze durch den Zwischenraum zwischen dem Platinblech 2 und dem Rand des Schlitzes 3 gegossen, um den Raum unter dem Schlitz 3 bis zu einer Höhe von 1 mm vom Boden zu füllen. Die Flüssigkeitsmischung wurde dann zum Gelieren in einer Stickstoffatmosphäre stehengelassen. Die Form wurde zusammen mit der gelierten Substanz in heißes Wasser mit 80°C eingetaucht. Als Folge wurde der Klebstoff erweicht, so daß die Stücke der Glasplatte voneinander abgelöst werden konnten, und gleichzeitig wurde veranlaßt, daß sich das Gel zusammenzog und sich von den Glasstücken ablöste, wodurch das mit dem Gel 4 beschichtete Platinblech, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, abgetrennt wurde, das als funktionelles Material verwendbar ist, das seinen Quellungsgrad in Abhängigkeit von einer Änderung der Temperatur und des pH-Wertes verändert.

Dann wurden 1,0 g Anilin in 300 ml 1 n Schwefelsäure gelöst, wodurch eine wäßrige Lösung hergestellt wurde. Das vorstehend erwähnte mit dem Gel beschichtete Platinblech wurde 24 h lang in diese wäßrige Lösung eingetaucht. Dann wurde das mit Gel beschichtete Platinblech derart befestigt, daß der mit dem Gel beschichtete Teil in eine wäßrige Lösung von Anilin und Schwefelsäure mit derselben Konzentration wie bei der vorstehend erwähnten wäßrigen Lösung eintauchte, während der nicht mit dem Gel beschichtete Teil oberhalb der Oberfläche der Lösung freilag. Dann wurde in einer Stickstoffatmosphäre eine elektrolytische Polymerisationsreaktion mit einem konstanten elektrischen Strom von 3 mA durchgeführt, wobei das vorstehend erwähnte Platinblech als Anode und ein anderes Platinblech als Gegenelektrode verwendet wurde. Als Folge der Polymerisationsreaktion wuchsen von der Oberfläche der Platinblechanode her zahlreiche Polyanilinfäden bzw. -filamente in das Gel, mit dem dieses Platinblech beschichtet war, hinein, und nach 40 min dauernder Reaktion hatte sich Polyanilin in einer im wesentlichen wolkenartigen Form über den gesamten Bereich des Gels ausgebreitet. Die wolkenartig angeordneten Polyanilinfäden bzw. -filamente lösten sich auf keinen Fall von dem Platinblech ab, weil sie durch das Gel festgehalten wurden. Das Platinblech, das mit dem Gel, das die wolkenartig angeordneten Polyanilinfäden bzw. -filamente enthielt, beschichtet war, wurde 5 min lang mit Wasser gespült, jedoch wurde dadurch keine wesentliche Änderung der Beschaffenheit des Gels verursacht. Schwefelsäureionen, die elektrolytische Bestandteile sind, blieben in dem Gel zurück. Es wurde bestätigt, daß diese Ionen als pH-Modulator wirken.

Die auf diese Weise gebildete mit Gel beschichtete Polyanilin/Platin-Elektrode wurde in eine 0,3 m wäßrige Natriumsulfatlösung eingetaucht, und an die Elektrode wurde ein elektrisches Potential von +0,5 V bis -0,1 V angelegt. Als Folge wurde in Abhängigkeit von dem Potential eine Oxidation oder eine Reduktion verursacht, so daß eine Ausdehnung oder eine Schrumpfung des Gels bewirkt wurde.

Beispiel 2

Die Form und das Material der in Beispiel 1 verwendeten Form 1 stellen keine Einschränkung dar. In Beispiel 2 wurde aus einer Acrylplatte eine Form gebildet, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist, und eine Flüssigkeitsmischung aus den Flüssigkeiten A und B wurde in die Form hineingegossen, um den Hohlraum bis zu einer Tiefe von 2 mm zu füllen. Die Flüssigkeitsmischung

wurde dann gelieren gelassen. Dann wurde ein Platinblech 2 in der in Fig. 5 gezeigten Weise aufgelegt, worauf die aus den Flüssigkeiten A und B bestehende Flüssigkeitsmischung in der in Fig. 6 gezeigten Weise bis zu einer Dicke von 2 mm aufgegossen und dann gelieren gelassen wurde, wodurch ein mit Gel beschichteter Stromleiter erhalten wurde. Dann wurde dasselbe Verfahren wie in Beispiel 1 durchgeführt, wodurch ein Stromleiter gebildet wurde, der mit einem Gel, das darin abgeschiedenes bzw. ausgefälltes Polyanilin enthielt, beschichtet war.

Vergleichsbeispiel 1

Ein Platinblech ohne Beschichtungsgel wurde zum Vergleich mit Beispiel 1 wie folgt geprüft. Im einzelnen wurde ein blankes Platinblech, auf dem sich kein Beschichtungsgel befand, in einer wäßrigen Lösung von Anilin und Schwefelsäure mit derselben Konzentration wie bei der in Beispiel 1 verwendeten wäßrigen Lösung einer elektrolytischen Polymerisation mit einem elektrischen Strom von 3 mA unterzogen. Die Polymerisationsreaktion wurde 40 min lang fortgesetzt, wodurch im Gegensatz zu Beispiel 1 auf der Oberfläche des Platins eine dünne Polyanilinschicht mit einer hohen Dichte gebildet wurde. Diese Schicht löste sich teilweise von dem Platinblech, als das Platinblech aus der Lösung herausgenommen wurde. Das Platinblech wurde dann in eine 0,1 n Natriumsulfatlösung eingetaucht und einer zyklischen bzw. periodischen Strom- und Spannungsmessung unterzogen. Der Spitzenstrom betrug etwa die Hälfte des Spitzenstroms in Beispiel 1. Als das Platin mit Wasser gespült wurde, löste sich fast die gesamte Polyanilinschicht von dem Platinblech, wodurch eine mangelhafte Haftfestigkeit des Polyanilins bestätigt wird.

Beispiel 3

Anstelle der in Beispiel 1 verwendeten anilinhaltigen wäßrigen Schwefelsäurelösung wurde eine 1 n wäßrige Zinksulfatlösung verwendet. D.h., ein mit Gel beschichtetes Platinblech wurde 24 h lang in 300 ml der 1 n wäßrigen Zinksulfatlösung eingetaucht. Das Platinblech wurde dann in derselben Weise wie in Beispiel 1 in einer 1 n wäßrigen Zinksulfatlösung befestigt. Dieses Platinblech wurde als Kathode verwendet, während ein anderes Platinblech als Anode verwendet wurde, und zum Reduzieren der Kathode wurde eine Spannung von -2,5 V angelegt. Als Folge wurde bewirkt, daß auf der Oberfläche des kathodischen Platinblechs sowie in dem Bereich des Gels Zink abgeschieden bzw. ausgefällt wurde. Das auf diese Weise abgeschiedene bzw. ausgefallte Zink hatte eine spezifische Oberfläche, die allem Anschein nach größer war als die spezifische Oberfläche, die durch ein übliches Verzinkungsverfahren erhalten wird. Dieses mit Gel beschichtete Platin bietet folglich Vorteile wie z.B. eine geringe Neigung zur Polarisierung als Reaktion auf die Zuführung eines elektrischen Stromes, wenn es als Elektrode verwendet wird.

Beispiel 4

In den Beispielen 1 bis 3 wurde ein chemisch vernetztes, aus den Flüssigkeiten A und B gebildetes Gel verwendet. In Beispiel 4 wurde jedoch ein Gel verwendet, bei dem die Vernetzung durch zwischenmolekulare Kräfte gebildet wird. Im einzelnen wurde ein aus einer

wäßrigen Lösung von Agar oder Gelatine erhaltenes Gel verwendet. In jedem Fall wurde als Elektrolyt Kaliumchlorid zugesetzt, so daß ein mit Gel beschichtetes Platinblech erhalten wurde. Dieses Blech wurde dann in derselben Weise wie in Beispiel 1 behandelt, wodurch ein mit Polymer beschichteter Stromleiter, der mit einem Gel, das darin abgeschiedenes bzw. ausgefälltes Polyanilin enthielt, beschichtet war, erhalten wurde.

Beispiel 5

Eine Glasplatte (Objektträgerglas; Micro Slide Glass S-1111, hergestellt von Matsunami Glass Ind., Ltd.) mit einer Dicke von 0,8 bis 1,0 mm wurde in Stücke mit geeigneten Größen geschnitten; die Stücke wurden mit einem Cyanoacrylat-Klebstoff (Aron Alpha (eingetragenes Warenzeichen), hergestellt von Toa Gosei Chemical Industry) zusammengeklebt, wodurch eine Form 1 mit einer Breite von 5 mm, einer Tiefe von 12 mm und einer Höhe von 12 mm, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist, erhalten wurde. Dann wurde in der in Fig. 2 gezeigten Weise ein 10 mm breites, 40 mm langes und 0,02 mm dickes Platinblech 2 (hergestellt von Tanaka Kikinzoku Kogyo Kabushiki Kaisha) derart in einen (1 mm breiten und 12 mm langen) Schlitz 3 der Form 1 eingefügt, daß sich der untere Rand des Platinbleches 2 in einer Höhe von 1 mm bis 2 mm oberhalb des Bodens der Form 1 befand. Eine Flüssigkeit A wurde hergestellt, indem in 9 ml Wasser 0,5 g N-Isopropylacrylamid, 7,5 mg Natriumacrylat und 13,3 mg N,N'-Methylenbisacrylamid gelöst wurden, durch die wäßrige Lösung in ausreichendem Maße Stickstoff hindurchperlen gelassen wurde und 6 µl N,N,N',N'-Tetramethylethyldiamin zugesetzt wurden. Andererseits wurde durch Auflösen von 1 mg Ammoniumpersulfat in 1 ml Wasser eine Flüssigkeit B hergestellt. Die Flüssigkeiten A und B wurden miteinander vermischt, und unmittelbar nach dem Vermischen wurde die erhaltene Mischung mit einer Spritze durch den Zwischenraum zwischen dem Platinblech 2 und dem Rand des Schlitzes 3 gegossen, um den Raum unter dem Schlitz 3 bis zu einer Höhe von 10 mm vom Boden zu füllen. Die Flüssigkeitsmischung wurde dann zum Gelieren in einer Stickstoffatmosphäre stehengelassen. Die Form wurde zusammen mit der gelierten Substanz in heißes Wasser mit 80°C eingetaucht. Als Folge wurde der Klebstoff erweicht, so daß die Stücke der Glasplatte voneinander abgelöst werden konnten, und gleichzeitig wurde veranlaßt, daß sich das Gel zusammenzog und sich von den Glasstücken ablöste, wodurch das mit dem Gel 4 beschichtete Platinblech 2, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, abgetrennt wurde.

Dann wurden 1,0 g Anilin in 300 ml 1 n Schwefelsäure gelöst, wodurch eine wäßrige Lösung hergestellt wurde. Das vorstehend erwähnte mit dem Gel beschichtete Platinblech wurde 24 h lang in diese wäßrige Lösung eingetaucht. Dann wurde das mit Gel beschichtete Platinblech derart befestigt, daß der mit dem Gel beschichtete Teil in eine wäßrige Lösung von Anilin und Schwefelsäure mit derselben Konzentration wie bei der vorstehend erwähnten wäßrigen Lösung eintauchte, während der nicht mit dem Gel beschichtete Teil oberhalb der Oberfläche der Lösung freilag. Dann wurde in einer Stickstoffatmosphäre eine elektrolytische Polymerisationsreaktion mit einem konstanten elektrischen Strom von 3 mA durchgeführt, wobei das vorstehend erwähnte Platinblech als Anode und ein anderes Platinblech als Gegenelektrode verwendet wurde. Als Folge der Polymerisationsreaktion wuchsen von der Oberfläche der

Platinblechanode her zahlreiche Polyanilinfäden bzw. -filamente in das Gel, mit dem dieses Platinblech beschichtet war, hinein, und nach 40 min dauernder Reaktion hatte sich Polyanilin in einer im wesentlichen wolkenartigen Form über den gesamten Bereich des Gels ausgebreitet. Die wolkenartig angeordneten Polyanilinfäden bzw. -filamente lösten sich auf keinen Fall von dem Platinblech ab, weil sie durch das Gel festgehalten wurden. Das Platinblech, das mit dem Gel, das die wolkenartig angeordneten Polyanilinfäden bzw. -filamente enthielt, beschichtet war, wurde 5 min lang mit Wasser gespült, jedoch wurde dadurch keine wesentliche Änderung der Beschaffenheit des Gels verursacht. Schwefelsäureionen, die elektrolytische Bestandteile sind, blieben in dem Gel zurück.

Durch das beschriebene Verfahren wurde ein Paar mit Polymer beschichteter Elektroden hergestellt. Eine dieser Elektroden wurde einer 5 min dauernden Reduktionsreaktion unterzogen, die in einer 1 n Natriumsulfatlösung durchgeführt wurde, wobei an diese Elektrode ein Potential von $-0,5$ V (gegenüber SKE) angelegt wurde, während ein anderes Platinblech als Gegenelektrode verwendet wurde, wodurch eine Elektrode 5 erhalten wurde. Diese Elektrode wird nachstehend als "PAN.red" bezeichnet. Es wurde bestätigt, daß das Polyanilin zusammen mit dem Gel trotz der Reduktionsreaktion fest auf dem Platinblech gehalten wurde. Die Elektrode 5 (PAN.red) wurde durch eine Salz- bzw. Elektrolytbrücke 7, die eine gesättigte KCl-Lösung enthielt, elektrisch leitend mit der anderen Elektrode 6 (nachstehend als "PAN.ox" bezeichnet), die nicht reduziert worden war, verbunden, wodurch zwischen diesen Elektroden eine etwa $0,5$ V betragende Potentialdifferenz erzeugt wurde. Auf diese Weise wurde eine elektrolytische Zelle gebildet, wie sie in Fig. 7 gezeigt ist. Nachdem die Zelle sich entladen gelassen worden war, wurde die Zelle mit einer Spannung von 1 V, die zwischen der als negative ($-$) Elektrode dienenden Elektrode 5 (PAN.red) und der als positive ($+$) Elektrode dienenden Elektrode 6 (PAN.ox) angelegt wurde, geladen. Als Folge wurde die Zelle auf ein Niveau geladen, das eine erneute Entladung der Zelle ermöglichte.

Beispiel 6

Die Form und das Material der in Beispiel 5 verwendeten Form 1 stellen keine Einschränkung dar. Infolgedessen wurde aus Stücken einer Acrylplatte ein Rahmen hergestellt, wie er in Fig. 4 gezeigt ist, und die in Beispiel 5 verwendete, aus den Flüssigkeiten A und B bestehende Flüssigkeitsmischung wurde bis zu einer Tiefe von 2 mm in die Form hineingegossen. Dann wurde ein Platinblech 2 in der in Fig. 5 gezeigten Weise aufgelegt, und die aus den Flüssigkeiten A und B bestehende Flüssigkeitsmischung wurde bis zu einer Dicke von 2 mm eingefüllt. Die Flüssigkeitsmischung wurde dann in der in Fig. 6 gezeigten Weise gelieren gelassen, und dasselbe Verfahren wie in Beispiel 5 wurde durchgeführt, um Polyanilin abscheiden bzw. ausfällen zu lassen. Dann wurde in derselben Weise wie in Beispiel 5 unter Anwendung von zwei solchen beschichteten Platinblechen eine elektrolytische Zelle hergestellt.

Vergleichsbeispiel 2

Ein Platinblech mit einer darauf gebildeten Polyanilinschicht wurde zum Vergleich mit Beispiel 1 in derselben Weise wie in Vergleichsbeispiel 1 hergestellt, und

unter Anwendung von zwei solchen beschichteten Platinblechen wurde in derselben Weise wie in Beispiel 5 eine elektrolytische Zelle hergestellt. Diese Zelle zeigte jedoch einen niedrigen, für die praktische Anwendung nicht geeigneten Wirkungsgrad, so daß von der Zelle kein wirklicher Gebrauch gemacht werden konnte.

Beispiel 7

Eine in Beispiel 5 hergestellte Elektrode (PAN.ox), die mit einem Gel, das Polyanilin enthielt, beschichtet war, wurde zusammen mit einem Zinkblech 9, das als Gegenelektrode diente, in eine $0,1$ m wäßrige Zinksulfatlösung 8 eingetaucht, und die Spannung zwischen den Elektroden wurde in der in Fig. 8 gezeigten Weise gemessen. Der gemessene Spannungswert betrug $0,5$ V.

Beispiel 8

Anstelle des in Beispiel 5 verwendeten Platinblechs wurde ein Zinkblech mit einem Gel beschichtet. Das mit Gel beschichtete Zinkblech 11 wurde 24 h lang in 300 ml einer 1 n wäßrigen Zinksulfatlösung eingetaucht, die anstelle der in Beispiel 5 verwendeten wäßrigen Lösung von Anilin und Schwefelsäure verwendet wurde. Dann wurde das mit Gel beschichtete Zinkblech 11 zusammen mit einem Platinblech in derselben Weise wie in Beispiel 5 in einer 1 n wäßrigen Zinksulfatlösung befestigt. An das als Kathode dienende mit Gel beschichtete Zinkblech wurde eine Spannung von $-1,8$ V angelegt, während das Platinblech als Gegenelektrode verwendet wurde, so daß auf der Oberfläche des Zinkblechs sowie in dem der Oberfläche des Zinkblechs nahen Bereich des Gels Zink zum Abscheiden bzw. Ausfällen gebracht wurde. Das auf diese Weise abgeschiedene bzw. ausgefallte Zink hatte eine spezifische Oberfläche, die allem Anschein nach größer war als die spezifische Oberfläche, die durch ein übliches Verzinkungsverfahren erhalten wird. Es wurde auch bestätigt, daß das abgeschiedene bzw. ausgefallte Zink eine geringe Neigung zur Polarisation zeigte, wenn es als Elektrode verwendet wurde.

Desgleichen wurde ein mit Gel beschichtetes Kupferblech 12 in einer 1 n wäßrigen Kupfersulfatlösung reduziert, um in dem Gel eine Abscheidung bzw. Ausfällung von Kupfer zu bewirken. Die mit Gel beschichtete Elektrode mit dem Zinkniederschlag und die mit Gel beschichtete Elektrode mit dem Kupferniederschlag wurden derart zusammengebracht, daß sie einander mit ihren Beschichtungen berührten, und die Potentialdifferenz zwischen den beiden Blechen bzw. Elektroden wurde gemessen. Der gemessene Wert der Potentialdifferenz betrug etwa 1 V (siehe Fig. 9).

Beispiel 9

Ein Gel wurde dadurch hergestellt, daß 1 g Agar in der Wärme in 100 ml einer gesättigten Kaliumchloridlösung gelöst und die Lösung dann abgekühlt wurde. Unter Verwendung dieses Gels anstelle des Gels, das in Beispiel 5 aus der Mischung der Flüssigkeiten A und B gebildet wurde, wurde durch dasselbe Verfahren wie in Beispiel 5 eine elektrolytische Polymer-Zelle hergestellt, deren Elektroden aus mit Polymer-Gel beschichteten Stromleitern bestanden. Diese Zelle zeigte zwischen diesen Elektroden eine Potentialdifferenz von etwa $0,5$ V.

Durch dasselbe Verfahren wie in Beispiel 9 wurde eine elektrolytische Polymer-Zelle hergestellt, wobei jedoch anstelle des Agars 5 g Gelatine verwendet wurden und anstelle der wäßrigen Kaliumchloridlösung eine wäßrige Lösung von L-Natriumglutamat verwendet wurde. Die Zelle zeigte zwischen den zwei Elektroden eine Potentialdifferenz von etwa 0,5 V.

Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, erleichtert im Rahmen der Erfindung ein Gel, das aus einem vernetzten Polymer besteht und mit dem ein Stromleiter beschichtet ist, in beachtlichem Maße das Festhalten eines leitenden organischen Materials wie z.B. Polyanilin, Polypyrrol und Polythiophen auf dem Stromleiter, wobei ein hoher Grad der Reproduzierbarkeit und der Gleichmäßigkeit des Beschichtungsgels erzielt wird.

Das Beschichtungsgel kann ein Polymer-Gel sein, das dazu befähigt ist, seine Eigenschaften wie z.B. den Quellungsgrad in Abhängigkeit von einer Änderung des pH-Wertes zu ändern. Wenn eine Elektrode, die mit einem solchen Polymer-Gel beschichtet ist, in Verbindung mit einer Substanz wie z.B. Polyanilin oder Polypyrrol, die als pH-Modulator dienen kann, verwendet wird, kann die Beschaffenheit oder der Zustand des Beschichtungsgels leicht gesteuert werden.

Ferner kann der erfindungsgemäße mit Polymer-Gel beschichtete Stromleiter, bei dem in dem Beschichtungsgel, das aus dem vernetzten Polymer besteht, ein leitendes organisches oder anorganisches Produkt gleichmäßig gebildet ist, in vorteilhafter Weise als Elektrode bei einem Galvanisierverfahren oder in einer Zelle verwendet werden, wobei der Wirkungsgrad der Elektrodenreaktion hoch ist, was darauf zurückzuführen ist, daß mit einem beschränkten Volumen des Gels eine große Elektrodenoberfläche erhalten werden kann. Der erfindungsgemäße mit Polymer-Gel beschichtete Stromleiter kann als wenigstens eine der zwei Elektroden einer Polymer-Zelle verwendet werden. Bei einer solchen Polymer-Zelle ist kein flüssiger Elektrolyt erforderlich, und folglich zeigt keiner der Bestandteile einer solchen Zelle irgendwelches Fließvermögen, weil das Beschichtungspolymer selbst einen Elektrolyten enthält. Aus demselben Grund geht die Oxidations- oder Reduktionsreaktion in einer solchen Polymer-Zelle gleichmäßig und wirksam vonstatten.

Patentansprüche

1. Mit Polymer-Gel beschichteter Stromleiter (5; 6; 11; 12), **gekennzeichnet durch** ein Stromleiterteil (2), das mit einem vernetzten, in einem Gelzustand befindlichen Polymer (4) beschichtet ist, wobei auf der Oberfläche des Stromleiterteils oder in dem der Oberfläche des Stromleiterteils nahen Bereich des im Gelzustand befindlichen Polymers ein Oxidationsprodukt oder ein Reduktionsprodukt einer organischen Substanz oder einer anorganischen Substanz abgeschieden bzw. ausgefällt worden ist.
2. Mit Polymer-Gel beschichteter Stromleiter (5; 6; 11; 12) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stromleiterteil (2) aus einem aus Platin, Zink und Kupfer ausgewählten Material hergestellt ist.
3. Mit Polymer-Gel beschichteter Stromleiter (5; 6; 11; 12) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer (4) als seinen Hauptbestandteil

eine aus Polyacrylamid, Polyacrylat, Polymethacrylat, Polymethacrylamid, Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylalkohol, Agar und Gelatine ausgewählte Substanz enthält.

4. Mit Polymer-Gel beschichteter Stromleiter (5; 6; 11; 12) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxidationsprodukt oder Reduktionsprodukt einer organischen Substanz ein aus Polyanilin, Polypyrrol, Polythiophen und Polyindol ausgewähltes Produkt ist.

5. Mit Polymer-Gel beschichteter Stromleiter (5; 6; 11; 12) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxidationsprodukt oder Reduktionsprodukt einer anorganischen Substanz ein aus Zink, Kupfer, Quecksilber, Eisen, Nickel und Cadmium ausgewähltes Produkt ist.

6. Mit Polymer-Gel beschichteter Stromleiter (5; 6; 11; 12) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das im Gelzustand befindliche Polymer (4) einen Elektrolyten enthält.

7. Verfahren zur Herstellung eines mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiters (5; 6; 11; 12), gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
Beschichten eines Stromleiterteils (2) mit einem vernetzten, im Gelzustand befindlichen Polymer (4) und

Oxidieren oder Reduzieren einer organischen Substanz oder einer anorganischen Substanz unter Anwendung des Stromleiterteils als Anode, als Kathode oder als Katalysator, wodurch bewirkt wird, daß das Oxidationsprodukt oder das Reduktionsprodukt auf der Oberfläche des Stromleiterteils und/oder in dem Bereich des Polymers, der sich in der Nähe der Oberfläche des Stromleiterteils befindet, abgeschieden bzw. ausgefällt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das im Gelzustand befindliche Polymer (4) einen Elektrolyten enthält.

9. Elektrolytische Polymer-Zelle mit einem Paar Elektroden (5; 6; 9; 11, 12), dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Elektroden (5, 6; 6; 11, 12) aus einem mit Polymer-Gel beschichteten Stromleiter hergestellt ist, der ein Stromleiterteil (2) aufweist, das mit einem vernetzten, in einem Gelzustand befindlichen Polymer (4), das einen Elektrolyten enthält, beschichtet ist, wobei auf der Oberfläche des Stromleiterteils oder in dem der Oberfläche des Stromleiterteils nahen Bereich des im Gelzustand befindlichen Polymers ein Oxidationsprodukt oder ein Reduktionsprodukt einer organischen Substanz oder einer anorganischen Substanz abgeschieden bzw. ausgefällt worden ist.

10. Elektrolytische Polymer-Zelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (11, 12) aus mit Polymer-Gel beschichteten Stromleitern hergestellt sind, wobei das Beschichtungspolymer (4) der beiden Elektroden verschiedene Elektrolyte enthält.

11. Elektrolytische Polymer-Zelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Stromleiterteil (2) aus einem aus Platin, Zink und Kupfer hergestellten Material ausgewählt ist.

12. Elektrolytische Polymer-Zelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer (4) als seinen Hauptbestandteil eine aus Polyacrylamid, Polyacrylat, Polymethacrylat, Polymethacrylamid, Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylalkohol, Agar und Gelatine ausgewählte Substanz enthält.

13. Elektrolytische Polymer-Zelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxidationsprodukt oder Reduktionsprodukt einer organischen Substanz ein aus Polyanilin, Polypyrrol, Polythiophen und Polyindol ausgewähltes Produkt ist. 5

14. Elektrolytische Polymer-Zelle nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Oxidationsprodukt oder Reduktionsprodukt einer anorganischen Substanz ein aus Zink, Kupfer, Quecksilber, Eisen, Nickel und Cadmium ausgewähltes Produkt ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

3910314

23

FIG. 2

FIG. 1

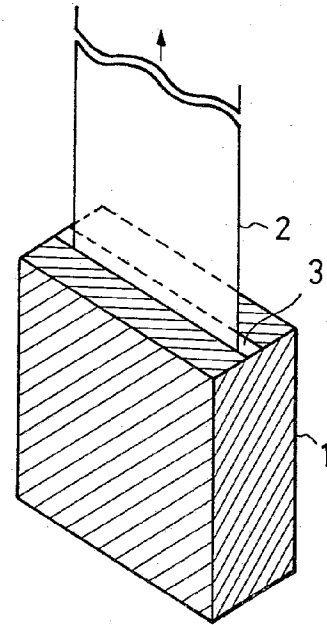
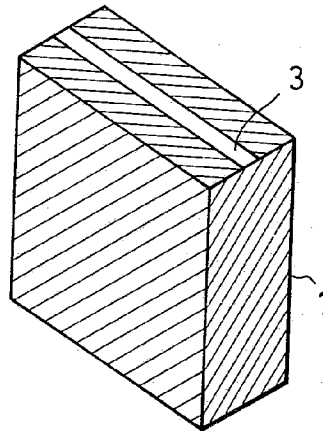


FIG. 3

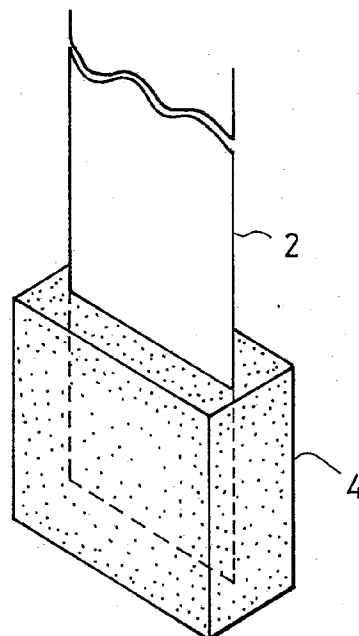


FIG. 4

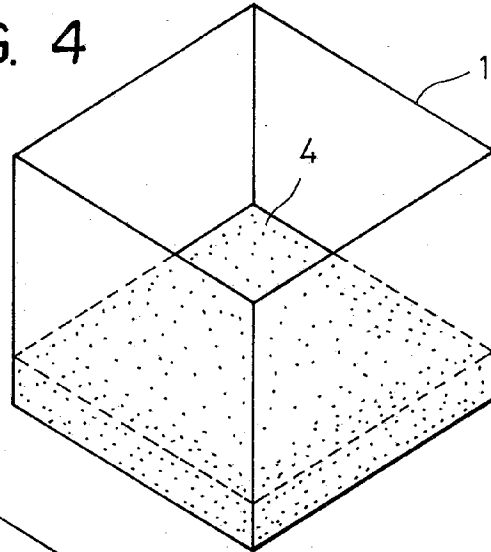


FIG. 5

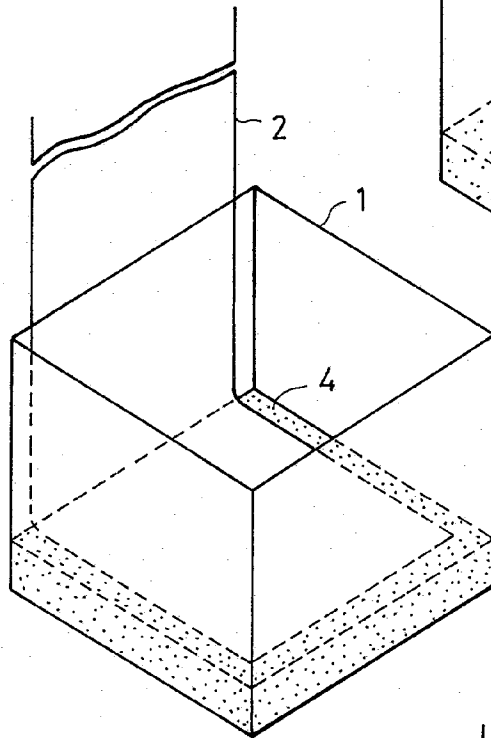
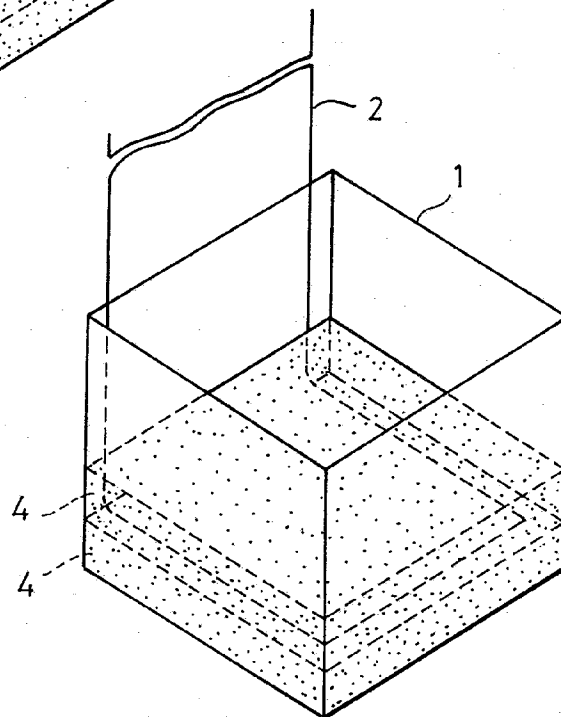


FIG. 6



25*

3910314

FIG. 7

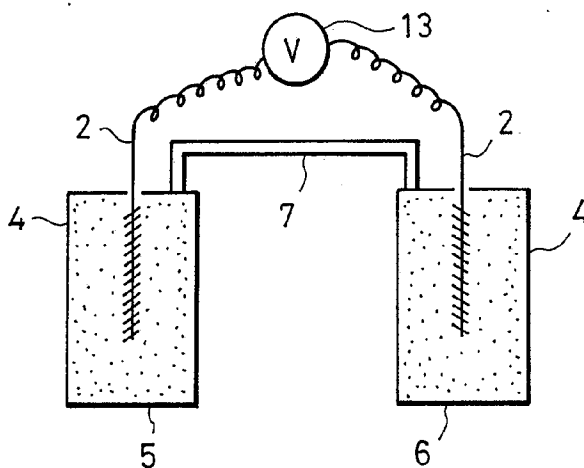


FIG. 8

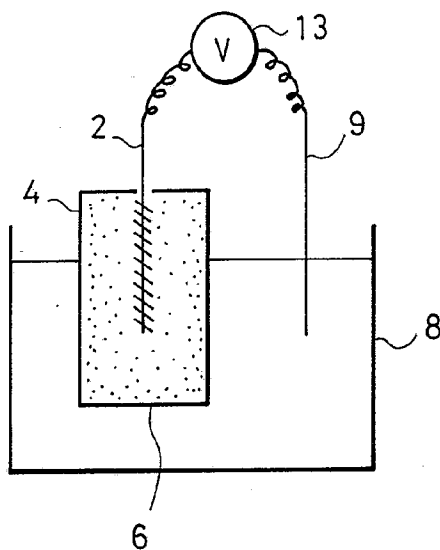


FIG. 9

